

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

План лекции:

- 1. Источники и состав загрязнений атмосферного воздуха.**
- 2. Классы опасности загрязняющих веществ атмосферного воздуха.**
- 3. Нормирование.**
- 4. Очистка промышленных выбросов от пыли и газов.**

Атмосферный воздух — жизненно важный компонент окружающей природной среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений (ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»).

В атмосферу Земли ежегодно поступает 150 млн тонн различных аэрозолей; 220 млн тонн диоксида серы; 450 млн тонн оксида углерода; 75 млн тонн оксидов азота. В год на каждого жителя Земли приходится в среднем 300 кг выбросов в атмосферу.

Основными источниками загрязнения внешней воздушной среды являются:

- промышленные предприятия, в первую очередь химические, нефтехимические, металлургические заводы. На их долю приходится 15–20 % выбросов;
- теплогенерирующие установки (тепловые электростанции, отопительные и производственные котельные). На выбросы энергетических объектов приходится около 60 % выбросов;
- различные виды транспорта выбрасывают в атмосферу около 20–25% различных вредных веществ.

Твердые частицы в воздухе образуют аэродисперсную систему:

аэросуспензия с фракциями более 10 мкм — грубая пыль с фракциями менее 10 мкм — тонкая пыль,
аэрозоль с фракциями менее 0,1 мкм — дым.

В зависимости от размеров частиц варьирует их время пребывания в воздушной среде. Мелкие фракции взвесей способны удерживаться в нижних слоях атмосферы (в зоне дыхания человека) длительное время. Часть высокодисперсной пыли поднимается в высокие слои атмосферы и с потоком воздушных течений переносится на сотни километров, достигая территории соседних государств.

Главные загрязнители атмосферного воздуха

1. Углекислый газ (CO_2), образуется при сгорании различных углеродсодержащих соединений. Увеличение содержания этого газа в атмосфере может вызвать опасное повышение температуры у поверхности земли, что чревато пагубными геохимическими и экологическими последствиями.

2. Угарный газ (CO), образующийся в результате неполного сгорания ископаемого топлива — каменного угля и нефти. Основные источники: металлургическая промышленность, ТЭЦ, нефтеперерабатывающие заводы и двигатели внутреннего сгорания. При сгорании на электростанции одной тонны топлива образуется 20 кг окиси углерода, 160–200 кг сажи. Окись углерода вызывает в организме кислородную недостаточность, расстройства в работе нервной системы, нарушает фосфорный и азотистый обмен, вызывает азотемию, изменение содержания белков плазмы.

3. Сернистый газ (SO_2). Содержится в дымах энергетических и промышленных предприятий, в выхлопных газах и в бытовом топливе. Источниками загрязнения сернистыми газами (SO_2 , H_2S , CS_2) являются металлургические, нефтеперерабатывающие предприятия, автотранспорт, энергетические установки, особенно котельные, работающие на твердом топливе. Загрязнение воздуха сернистым газом вызывает обострение респираторных заболеваний, наносит вред деревьям, особенно хвойным, и другим растениям, разъедает сооружения из известняка (мрамора) и некоторые синтетические ткани и материалы. Сернистый газ способствует возникновению хронического гастрита, бронхита, ларингита и эмфиземы легких; вызывает задержку физического развития детей и т.д.

4. Оксиды азота. Основные источники оксидов азота — двигатели внутреннего сгорания, двигатели реактивных самолетов, домны, предприятия химической промышленности, лесные пожары и чрезмерное использование химических удобрений. Оксиды азота — один из ведущих факторов возникновения смога, могут вызвать респираторные заболевания и бронхит у новорожденных, способствуют чрезмерному разрастанию водной растительности, что приводит к истощению запасов кислорода в воде, к гибели рыбы, к ухудшению качества вод (эвтрофия водоемов). Оксиды азота образуют в организме человека метгемоглобин, а также понижают кровяное давление.

5. Ртуть. Содержится в продуктах сгорания ископаемого топлива, отходах лакокрасочного производства, выделяется при обогащении руд. Ртуть — один из опасных загрязнителей пищевых продуктов, обладает способностью накапливаться в организме. Она разрушает нервную систему, ослабляет умственные способности, вызывает импотенцию, ускоряет старение организма.

6. Свинец. Органическое производное свинца — тетраэтил-свинец — добавляется в бензин, чтобы повысить устойчивость к детонации, и поэтому содержится в выхлопных газах. Другие источники: предприятия по переработке свинцовой руды, химическая промышленность и пестициды. Свинец — токсичный элемент, обладающий кумулятивными свойствами, действует на ферментные системы и обмен веществ в живых клетках, накапливается в морских отложениях и пресной воде, он вызывает мышечную слабость, паралич лучевого нерва, свинцовые колики, воспаление головного мозга, поражение почек, печени.

7. **3,4-бенз(а)пирен** — вещество из группы полиароматических углеводородов. Источниками его поступления в окружающую среду являются производства, включающие процессы горения (ТЭЦ, котельные, нефтехимические и асфальтобитумные производства, производство алюминия, пиролиз), автотранспорт, горящие свалки и т.д. В связи с этим определение его содержания в воздушных средах является крайне актуальной задачей. Группа международных экспертов отнесла бенз(а)пирен к числу веществ, для которых имеются ограниченные доказательства канцерогенного действия на человека и достоверные доказательства канцерогенного действия на животных

8. **Пестициды.** Пестициды применяются главным образом в сельском хозяйстве. Они, как правило, очень токсичны для живых организмов даже в низких концентрациях. Использование авиации для распыления пестицидов приводит к массивному загрязнению атмосферного воздуха. Хроническое действие пестицидов на организм проявляется в реальной опасности возникновения отдаленных последствий.

Оптимальные для жизнедеятельности человека условия окружающей среды и один из ее важнейших компонентов — атмосферный воздух — находятся в определенных, относительно узких пределах. Увеличение или уменьшение границ этих пределов означает качественное изменение условий жизни человека.

Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в ряде городов России, тыс. т/ год

Город	Вредные вещества					
	Всего	твердые	газообразные и жидкие	из них		
				оксиды серы	оксиды азота	оксид углерода
Архангельск	85	20	65	45	5	13
Братск	158	41	117	21	6	85
Волгоград	228	42	186	38	19	60
Иркутск	94	29	65	29	8	26
Кемерово	122	37	85	26	28	21
Красноярск	259	78	181	39	13	115
Магнитогорск	849	170	679	84	34	548
Москва	312	30	282	70	99	28
Новокузнецк	833	136	697	90	34	562
Санкт-Петербург	236	46	190	74	47	41
Усть-Каменогорск	143	24	119	69	12	36
Уфа	304	9	295	72	25	36
Челябинск	427	94	333	60	29	210
Томск	296,48	37,39	259,48	10,18	16,81	137,51

Оценка качества воздушной среды осуществляется на основе следующих нормативов:

- ❖ предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (**ПДК р.з.**);
- ❖ предельно-допустимая максимально разовая концентрация загрязняющего вещества в воздухе населенных мест (**ПДК м.р.**);
- ❖ предельно допустимая среднесуточная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест (**ПДК с.с.**);
- ❖ временно допустимая концентрация (ориентировочно безопасный уровень воздействия) загрязняющего вещества в воздухе рабочей зоны (**ОБУВ**);
- ❖ временно допустимая концентрация (ориентировочно безопасный уровень воздействия) вредного вещества в атмосфере (**ОБУВ**);
- ❖ предельно допустимый выброс загрязняющих веществ в атмосферу (**ПДВ**);
- ❖ временно согласованный выброс, если по каким-либо причинам невозможно определить ПДВ (**ВСВ**).

ПДК – максимальное содержание вредных веществ, которое при действии на организм человека в течение заданного промежутка времени не вызывает необратимых изменений в нем, включая последующие поколения.

Различают ПДК рабочей зоны, в воздухе населенных мест, максимально разовую, среднесуточную.

ПДК в воздухе населенных мест установлена для максимального разового и среднесуточного значений.

ПДК рабочей зоны (ПДК_{р.з.}) – это такая максимальная концентрация вредного вещества, которая при ежедневной работе в течение 8 ч (но не более 41 ч в неделю) всего рабочего стажа не может вызвать заболевания или отклонения в состоянии здоровья в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и будущего поколений.

ПДК максимально разовая (ПДК_{м.р}) – это максимальное количество вредных выбросов в атмосферу в течение 30 мин, которое не приводит к превышению их концентрации в населенном пункте среднесуточной ПДК.

Среднесуточная ПДК (ПДК_{с.с}) – это максимальная концентрация вредного вещества в атмосфере, которая при воздействии на организм человека в течение всей его жизни не оказывает на него вредного влияния, включая отдаленные последствия.

По величине эти показатели располагаются в ряд следующим образом:

$$\text{ПДК}_{\text{с.с}} < \text{ПДК}_{\text{м.р}} < \text{ПДК}_{\text{р.з}}$$

ПДВ - это выброс, при котором в районе расположения данного источника с учетом влияния соседних источников концентрация примесей в атмосфере не превышает ПДК. ПДВ является важнейшим элементом регулирования качества атмосферы, так как нормы, ограничивающие для источников выбросы вредных компонентов в атмосферу, разрабатываются с учетом наилучшего существующего или достижимого технического уровня и обеспечивают снижение загрязнения атмосферы. ПДВ разрабатываются не только для отдельных источников, но для комплекса источников и целых районов.

Классы опасностей веществ выбросов химико-фармацевтических предприятий

Все промышленные выбросы в зависимости от показателя токсичности для окружающей среды делятся на 4 класса опасности (**ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» от 19.05.2003 г.**) :

I класса (ЛК $50 < 0,5$ мг/л) - чрезвычайно опасные (бенз(α)пирен, гексахлоран, метафос, диэтилртуть, нафтахинон, озон, оксид пропилена, соединения ртути, диоксид теллура, толуилендиизоцианат, хром шестивалентный, этиленимин, этиленсульфид).

II класс (ЛК $50 < 5$ мг/л) - высокоопасные (диоксид азота, акрилонитрил, акролеин, битоксибациллин, гексафторбензол, оксид меди, метилмеркаптан, сероводород, сероуглерод, формальдегид, эпилхлоргидрин);

III класса (ЛК $50 < 50$ мг/л) - умеренно опасные (альдегид масляный, сернистый ангидрид, борат кальция, гексен, диметилвинилкарбинол, пенициллин, моноэтиламин, бутиловый спирт, трихлорэтилен, фурфурол).;

IV класс (ЛК $50 > 50$ мг/л) - малоопасные (ацетон, бензин, диметилдисульфид, гексан, диэтиламин, хлорат магния, нафталин, октафтортолуол, скипидар, этиловый спирт, циклогексан).



1. По происхождению:

а) *природные (естественные)*, обусловленные природными процессами и явлениями. К загрязняющим веществам, выделяемыми природными (естественными) источниками относят: пыль растительного, животного и вулканического происхождения, пыль, возникающая при эрозии почвы, частицы морской соли, туман, дымы и газы от лесных пожаров;

б) *антропогенные (искусственные)*, обусловленные деятельностью человека. Они подразделяются на транспортные (автотранспорт, железнодорожный транспорт, речной и морской транспорт, воздушный транспорт), производственные (различные технологические процессы), бытовые (котельные, предприятия по утилизации и переработке бытовых отходов).

2. По организации выбросов загрязняющих веществ:

а) *организованные*, которые характеризуется выбросом через специально сооруженные газоотводы, воздухопроводы, трубы и т.п. Им свойственна значительная высота, а также значительные концентрации и объемы загрязняющего вещества;

б) *неорганизованные*, которые проявляются в виде направленных потоков через неплотности и проемы ограждающих конструкций наземных зданий, сооружений, технологического оборудования и т.п. и характеризуются небольшими, по сравнению с организованными выбросами, значениями концентрации и объема выбросов.

3. По степени подвижности:

а) *стационарные*, когда координата источника выброса не изменяется во времени, например, дымовые трубы теплоэлектростанций, отопительных котельных, технологических устройств, вытяжные шахты, вентиляционные трубы, дефлекторы и т.п. Стационарным источником выброса загрязняющих веществ в атмосферу города является любой (точечный, площадной, линейный) источник с организованным или неорганизованным выбросом загрязняющего вещества, дислоцируемый или функционирующий постоянно или временно в границах участка территории (местности) объекта, предприятия.

б) *передвижные*, имеющие возможность перемещаться в пространстве. К ним относятся все виды транспорта: автомобильный, железнодорожный, воздушный, морской, речной, а также различные движущиеся устройства.

4. По геометрическим параметрам:

а) *точечные*, когда его размеры не превышают 1м по любой оси, например, трубы, крышные вентиляторы. Точечным источником городской застройки может являться любой выброс, представленный координатами x и y . Он должен представлять основную точку выброса (например, дымоход на промышленной площадке).

б) *площадные*, когда все размеры превышают 1м. Это понятие следует использовать при описании источника выброса загрязняющих веществ, который обладает рассеянными характеристиками выброса. К ним можно отнести источники, которые являются слишком многочисленными или небольшими, что не позволяет определить их в качестве отдельного точечного источника, или источники, выбросы которых поднимаются над большой площадью. Примерами площадных источников в этом случае, могут являться жилые районы и торговые или административные комплексы городских территорий.

в) *линейные*, при преобладании одного из размеров над остальными и при его величине больше 1м. Под это понятие попадают любые источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу городских застроек, которые проявляют линейный тип размещения в пространстве. Примерами таких источников являются аэрационные фонари, технологические линии, железнодорожные пути, трубопроводы, нефтепроводы.

5. По высоте выброса, в зависимости от высоты H устья источника выброса загрязняющего вещества над уровнем земной поверхности:

а) *высокие*, расположенные в недеформируемом потоке ветра и выбрасываемые загрязняющие вещества на высоту, превышающую 2,5 высоты расположенных поблизости зданий и других препятствий. Высокими принято считать источники, высотой $H > 50\text{м}$, например, трубы ГРЭС и ТЭЦ имеют высоту от 120 до 250м, что позволяет отнести их к высоким источникам выброса;

б) *средней высоты*, высотой $H=10-50\text{м}$. К таким источникам можно отнести трубы и шахты предприятий химической промышленности, которые имеют сравнительно небольшую высоту $H=25-40\text{ м}$, и отличаются чрезвычайно большим разнообразием выделяемых в атмосферу загрязняющих веществ;

в) *низкие*, расположенные в зоне подпора или аэродинамической тени здания или другого препятствия. Низкими принято считать источники, высотой $H=2-10\text{м}$. Примерами таких источников являются аэрационные фонари, шахты и невысокие трубы непосредственно над кровлей здания, характерные для термических и кузнечных цехов предприятий машиностроения, строительных предприятий и т.п.;

г) *наземные*, когда устье источника выброса находится на высоте $H < 2\text{м}$. К ним относят открыто расположенное технологическое оборудование, колодцы производственной канализации, места открытого размещения сырья, топлива, отходов.

6. По температуре выходящей газовой смеси или перепаду температур между выбросом и окружающей средой:

а) *нагретые*, характерные для технологического оборудования, в котором технологические процессы осуществляются при высоких температурах (если температура газовой смеси больше 100 град – сильно нагретые источники, если температура находится в диапазоне от 20 до 100 град – нагретые).

Выбросы металлургических предприятий, образуемые при первичной обработке руды, в доменных, электродуговых печах, конвертерах, обдирке и зачистке отливок, в процессе сжигания топлива, в процессе плавки чугуна характеризуются высокой температурой, достигающей 300-400 град, а иногда 800 град. Примерно такой же температурой обладают выбросы гальванических и окрасочных цехов предприятий машиностроения.

б) *холодные*, характерные для технологического оборудования, в котором поддерживается низкая температура, при истечении газов из оборудования, среда в которой находится под давлением и имеет низкую температуру, а также при выбросе в летнее время загрязненного воздуха из помещений с кондиционированием воздуха.

7. По мощности выброса:

а) *мощные*, к числу которых относят предприятия теплоэнергетики (тепловые и атомные электростанции), предприятия нефтедобычи и нефтехимии. Объем энергетических выбросов очень велик. Так, современная теплоэлектростанция мощностью 2.4 млн. кВт расходует в сутки до 20 тыс.т. угля и выбрасывает в атмосферу за это время 680 т диоксида серы, 120-140 т твердых частиц (зола, пыль, сажа), 200 т оксидов азота;

б) *крупные*, к ним относят предприятия черной и цветной металлургии. При выплавке 1 т стали в атмосферу выбрасывается 0,04 т твердых частиц, 0,03 т оксидов серы и до 0,05 т оксида углерода. Значительные выбросы загрязняющих веществ, содержащих токсичные вещества, отмечаются на заводах цветной металлургии при переработке свинцово-цинковых, медных, сульфидных руд и др.;

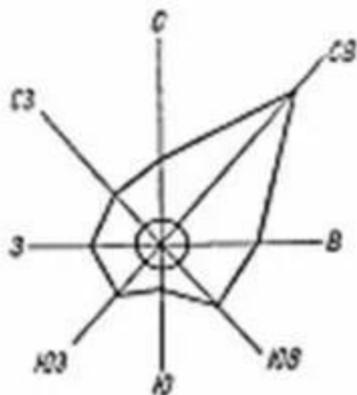
в) *мелкие*, к их числу относят небольшие промышленные предприятия по производству строительных материалов, деревообработки, пищевые предприятия, торгово-развлекательные комплексы и т.п.

8. По режиму действия:

а) *непрерывного действия*, характеризуются равномерными валовыми выбросами или меняющимися по определенному закону;

б) *залповые*, которые наблюдаются при авариях или сжигании быстрогорящих отходов производства за относительно короткий промежуток времени.

Роза ветров



- "Роза ветров" - это графическое изображение повторяемости ветров по румбам (сторонам света) за определенный период (месяц, сезон, год) или за несколько лет

Санитарно-защитные зоны химико-фармацевтических предприятий

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» от 01.03.08 классифицирует промышленные объекты и производства **на пять классов в зависимости от количества и степени вредности выбросов в атмосферу, у которых должны быть организованы следующие санитарно-защитные зоны (СЗЗ):**

1. 1000 м - для предприятий I класса;
2. 500 м - для предприятий II класса;
3. 300 м - для предприятий III класса;
4. 100 м - для предприятий IV класса;
5. 50 м - для предприятий V класса.

Территория СЗЗ предназначена для обеспечения снижения уровня воздействия до требуемых гигиенических нормативов по всем факторам воздействия за ее пределами; создания санитарно-защитного барьера между территорией предприятия и территорией жилой застройки; организации дополнительных озелененных площадей, обеспечивающих экранирование, ассимиляцию и фильтрацию загрязнителей атмосфер.

СЗЗ для предприятий IV класса должна быть максимально озеленена - не менее 60% площади; для предприятий II и III классов - не менее 50%; для предприятий I класса - не менее 40% ее территории с обязательной организацией полосы древесно-кустарниковых насаждений со стороны жилой застройки.

Класс I. Санитарно-защитная зона размером 1000 м.

1. Производство связанного азота (аммиака, азотной кислоты, азотнотуковых и др. удобрений).
2. Производство мышьяка и его неорганических соединений.
3. Производство ртути.
4. Производство серной кислоты, олеум и сернистого газа.
5. Производство хлористоводородной кислоты.

6. Производство химических синтетических лекарственных препаратов.

Класс II. Санитарно-защитная зона размером 500 м.

1. Производство химических органических реактивов.
2. Производство сложных эфиров.
3. Производство дегтя из древесины.
4. Производство синтетической камфоры изомеризационным методом.

Класс III. Санитарно-защитная зона размером 300 м.

1. Производство минеральных удобрений, за исключением солей мышьяка, фосфора и хрома, свинца и ртути.
2. ***Производство антибиотиков биологическим способом.***

Класс IV. Санитарно-защитная зона размером 100 м.

1. Производство фармацевтических солей калия.
2. Производство алкалоидов и галеновых препаратов.

Класс V. Санитарно-защитная зона размером 50 м.

1. Производство неорганических реактивов.
2. ***Производство готовых лекарственных форм.***

Очистка выбросов химико-фармацевтических предприятий

Очистка от пыли необходима не только при выбросах в атмосферу, но и воздуху, поступающему в помещения для обеспечения требуемых санитарно-гигиенических условий и технологических требований, а также защиты вентиляционного оборудования (например, калориферы, воздухоохладители и т.д.) от загрязнений, в результате чего снижаются их теплотехнические и аэродинамические показатели.

Выбор системы очистки зависит от вида пыли, концентрации, физикохимических свойств. К последним относятся дисперсность, плотность, слипаемость, электростатическая зарядность, горючесть, взрывоопасность, самовоспламеняемость и т.д. Эти показатели, характеризующие свойства, приводятся в *атласах промышленной пыли*.

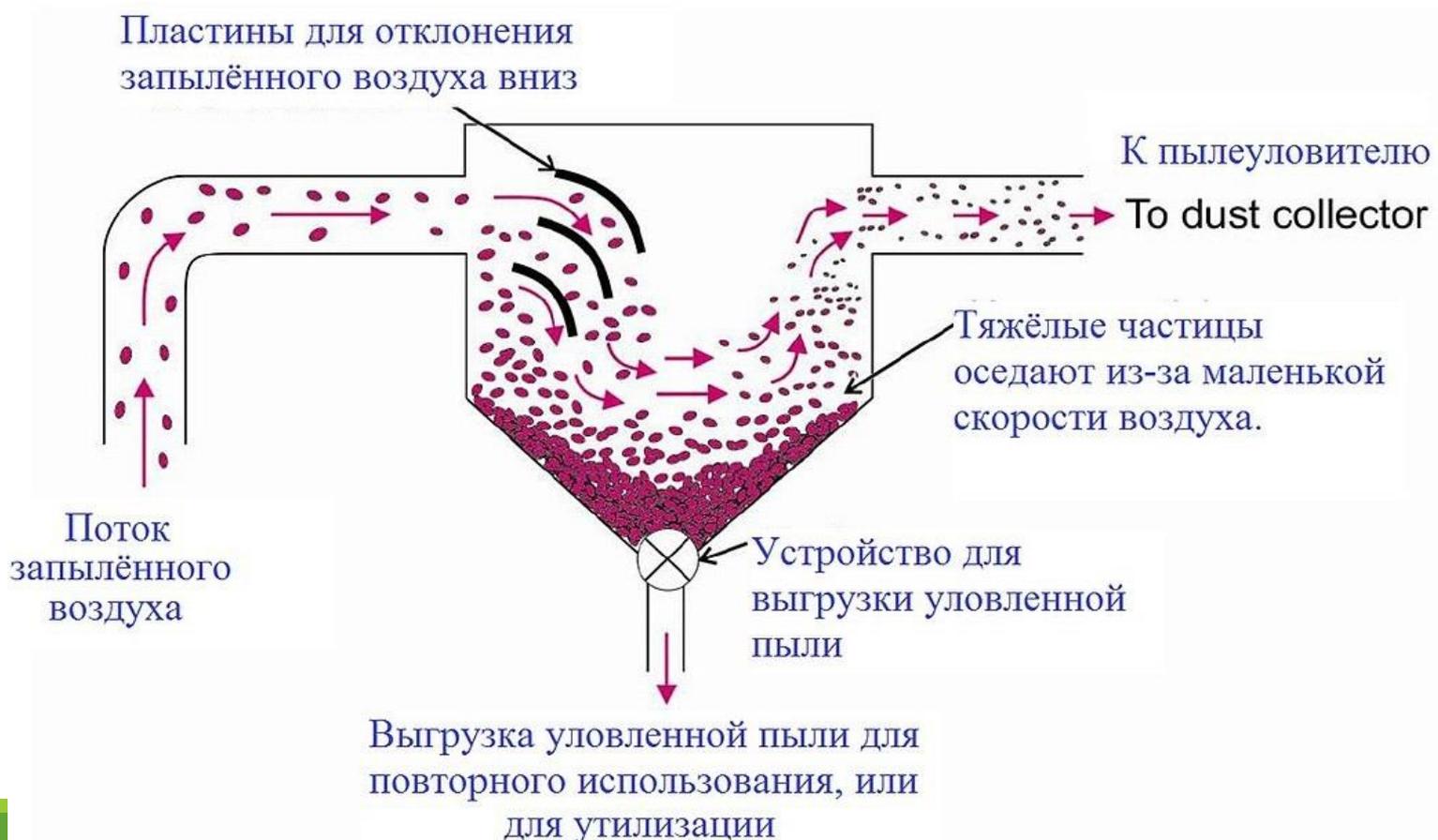
ОЧИСТКА ВОЗДУХА ОТ ПЫЛИ

Аппараты для очистки воздуха от пыли отличаются большим разнообразием и по своему назначению подразделяются на пылеуловители и воздушные фильтры. Первые служат для санитарной очистки воздуха, удаляемого в атмосферу.

Пылеуловители бывают двух видов: сухие пылеуловители без применения жидкости и мокрые - с использованием жидкости. Сухие пылеуловители подразделяются на гравитационные, инерционные, фильтрационные и электрические.

Сухие пылеуловители

В гравитационных устройствах частицы пыли оседают под действием силы тяжести. Это так называемые пылеосадочные камеры

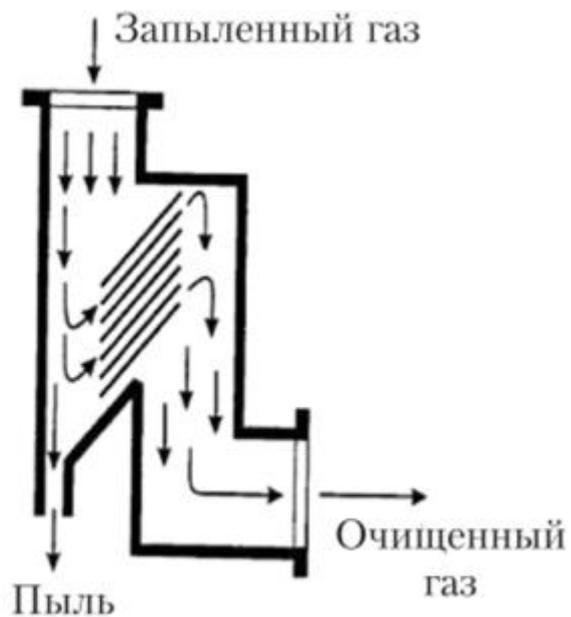


В инерционных очистных устройствах улавливание частиц происходит под действием сил инерции, возникающих при изменении направления или скорости потока газов. Эти аппараты делят на:

1. Жалюзийные.



а



б

2. Циклонные. При улавливании крупнодисперсной пыли эффективность *циклонных пылеуловителей* может достигать 85-90%. Удобны в монтаже и несложны по конструктивному оформлению батарейные циклоны (мультициклоны), позволяющие очищать газы в широких пределах по объему.

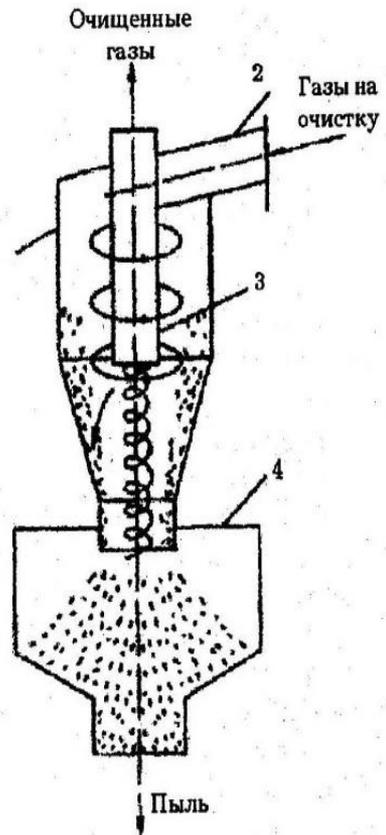
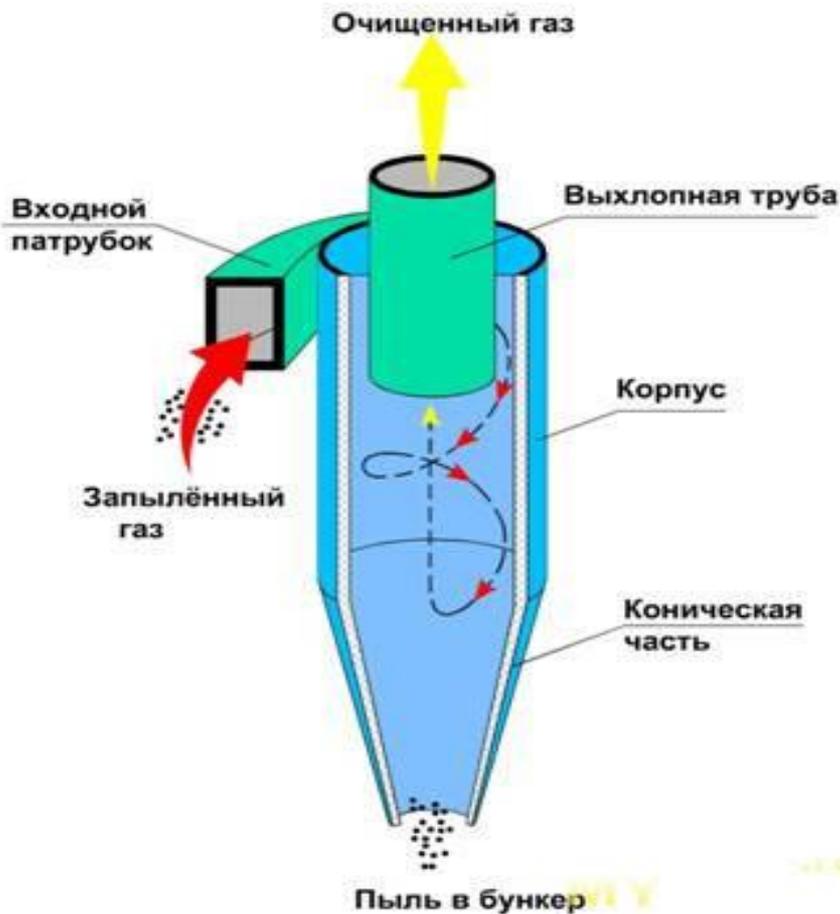
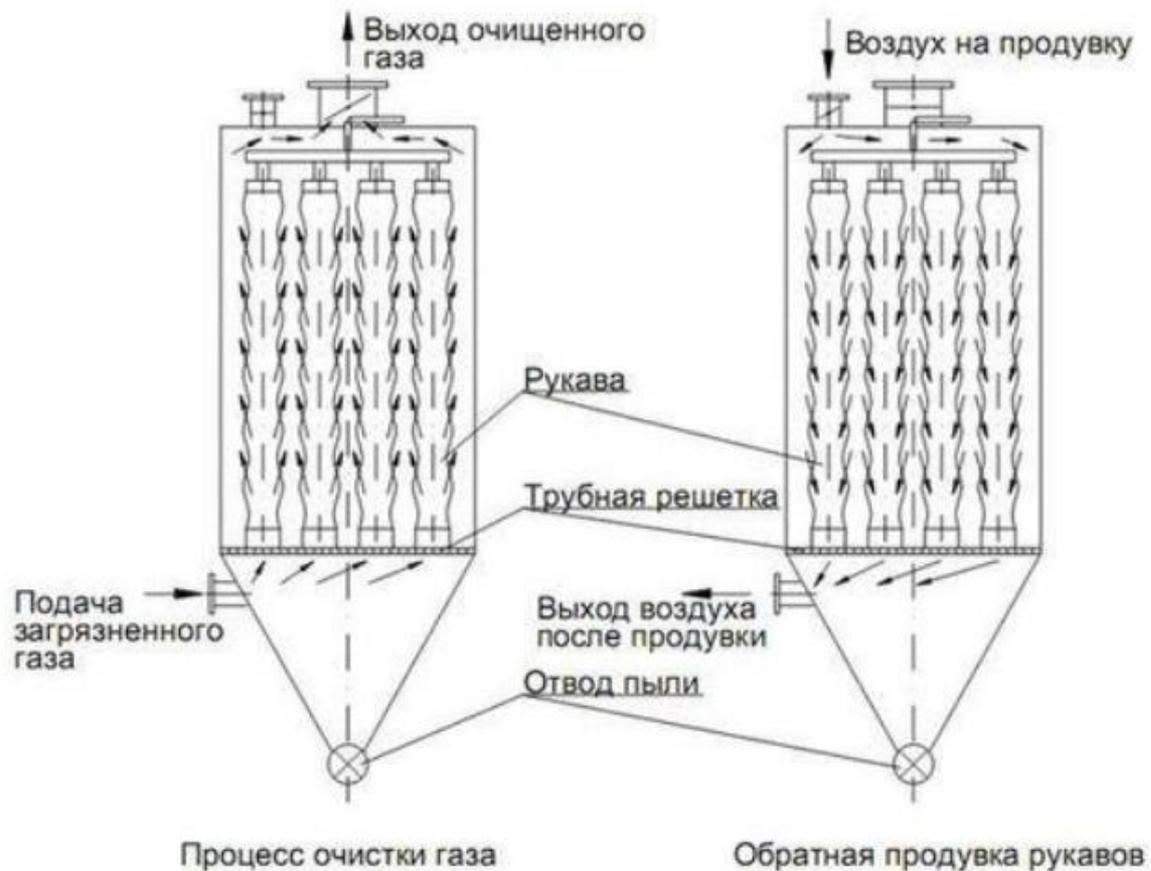
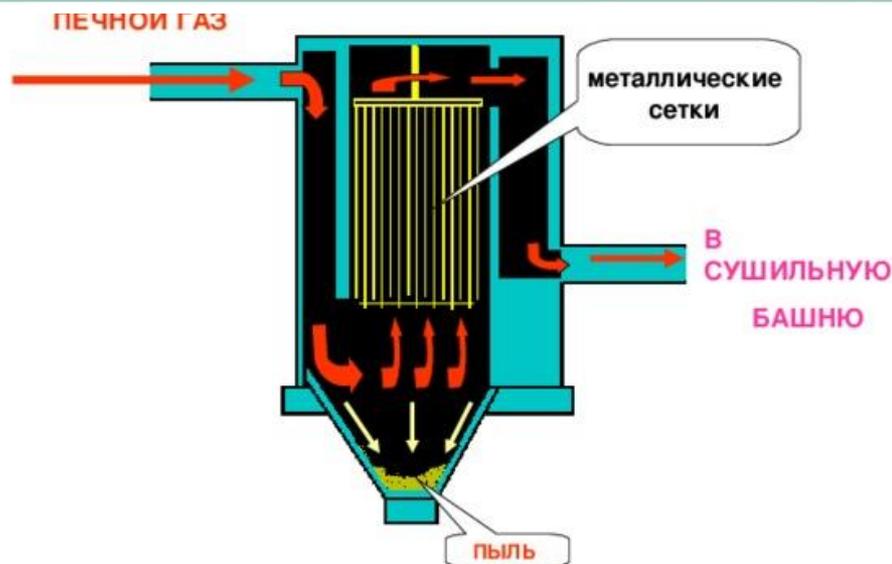
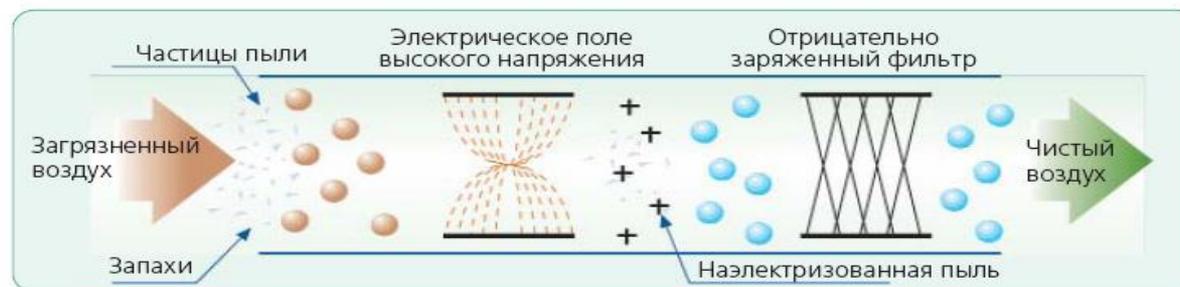


Рис. Схема работы циклона:
1 — корпус; 2 — патрубок; 3 — труба; 4 — бункер

3. Фильтрационные. «Рукавные» фильтры улавливают до 99% пыли; они также широко применяются в промышленности; рукавные фильтры состоят из ряда тканевых рукавов, которые укреплены в металлическом кожухе, газ поступает в нижнюю часть аппарата, проводит сквозь ткань рукавов, а пыль осаждается на поверхности ткани, откуда ее периодически удаляют.



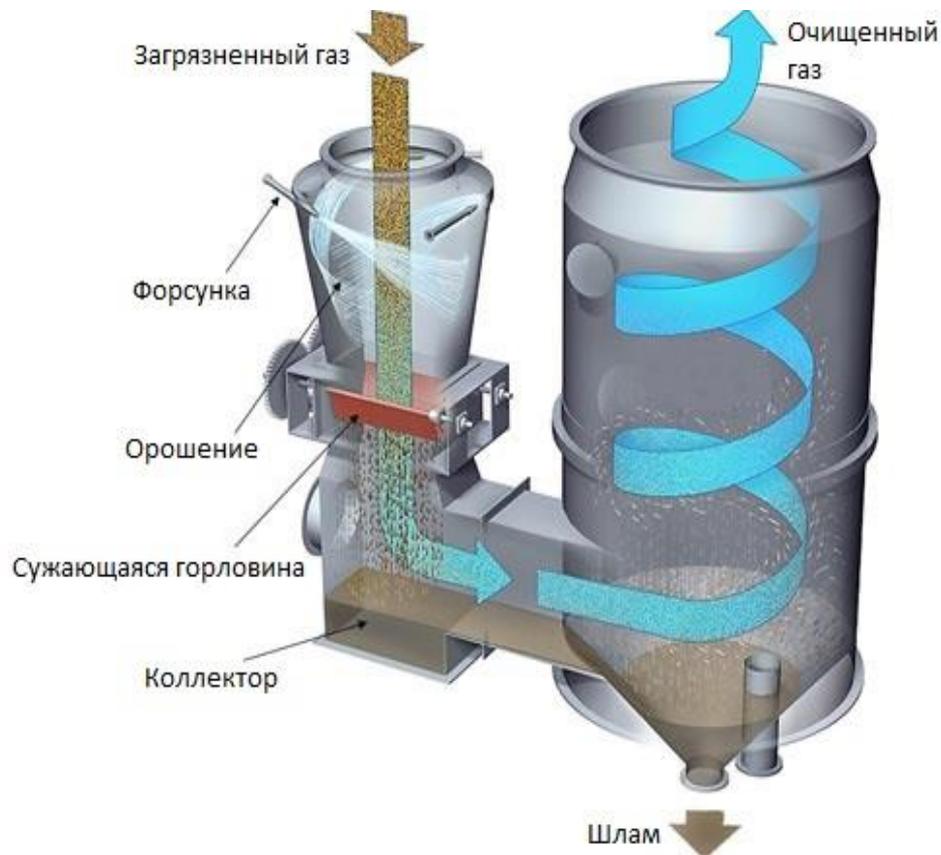
4. Электрофильтр — устройство, предназначенное для очистки технологических газов и аспирационного воздуха от находящихся в них взвешенных частиц посредством воздействия электрического поля. Процесс улавливания взвесей в **электрофильтре** можно условно разделить на несколько этапов: зарядка взвешенных частиц; движение заряженных частиц к электродам; осаждение заряженных частиц на электродах; регенерация электродов — удаление с поверхности электродов уловленных частиц; удаление уловленной пыли из бункерной части **электрофильтра**.



Мокрые пылеуловители

СКРУББЕРЫ

газоочистительные аппараты, основанные на промывке газа **жидкостью**



Газоочистка проводится с помощью *газоочистных установок*.

В зависимости от происходящих в них процессах их делят на три группы:

поглощение газов при их промывке жидкостями (абсорбция);

приборы-абсорберы;

поглощение твердыми телами (адсорбция);

приборы-адсорберы;

поглощение газов в результате окислительно-восстановительных процессов, при этом образуются экологически менее опасные вещества. Например, оксиды азота (NO и NO_2) окисляют при очистке перманганатом калия или пероксидом водорода до азотной кислоты, которая используется в народном хозяйстве.

СОРБЦИЯ

(ИЗБИРАТЕЛЬНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ)

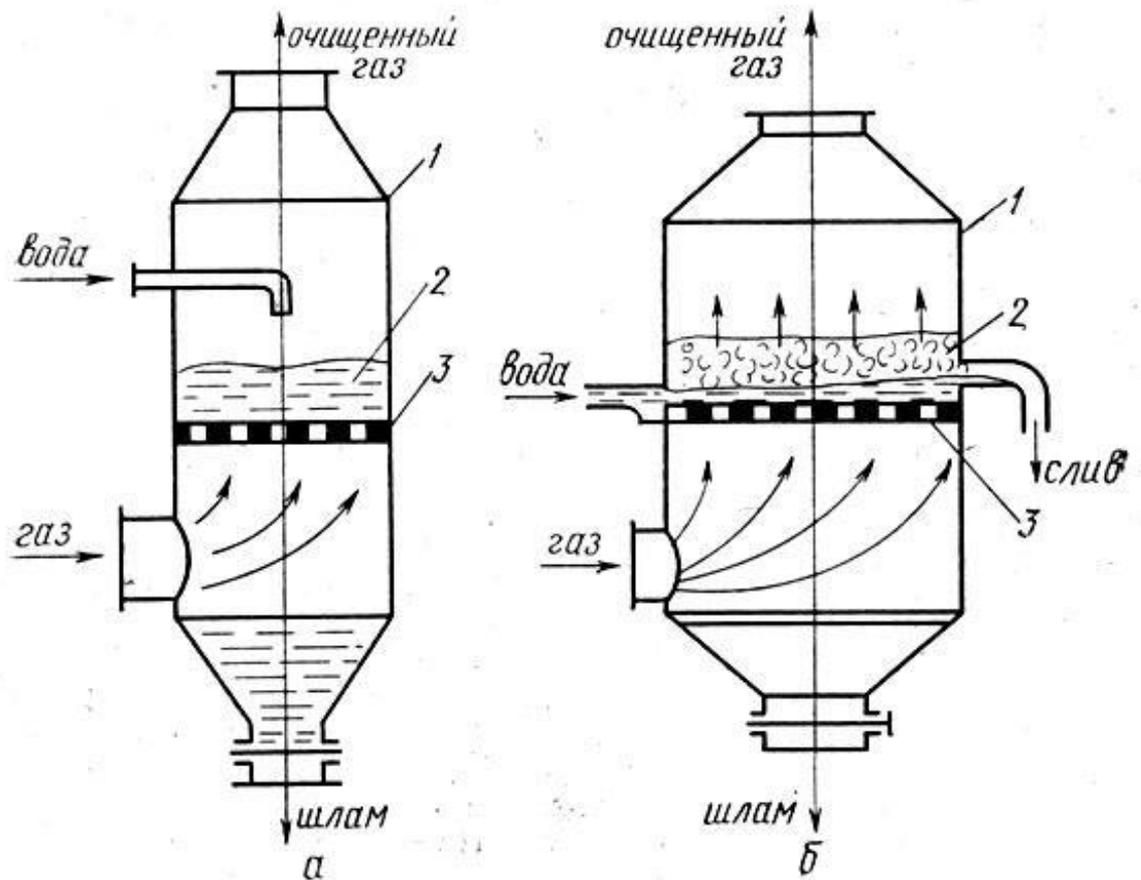


АБСОРБЦИЯ (ж)

АДСОРБЦИЯ (тв)

**В аппаратах сорбционного типа
улавливаются газообразные,
жидкие, твердофазные примеси**

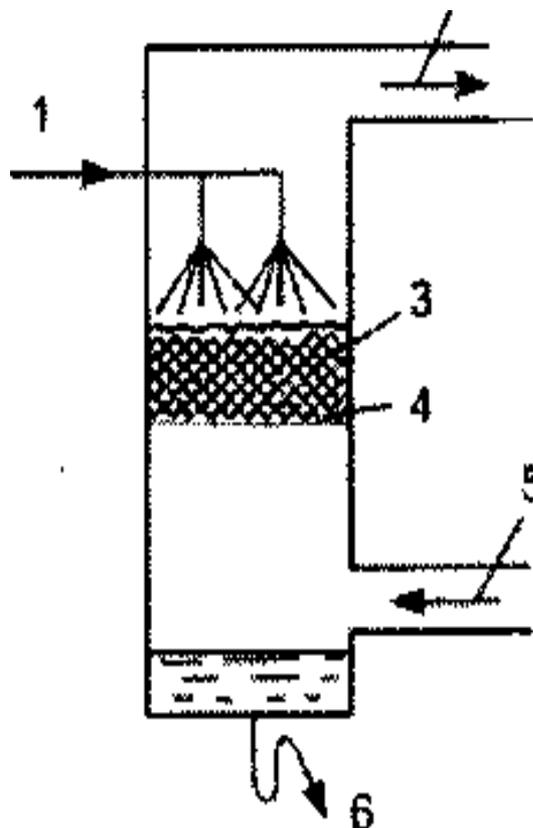
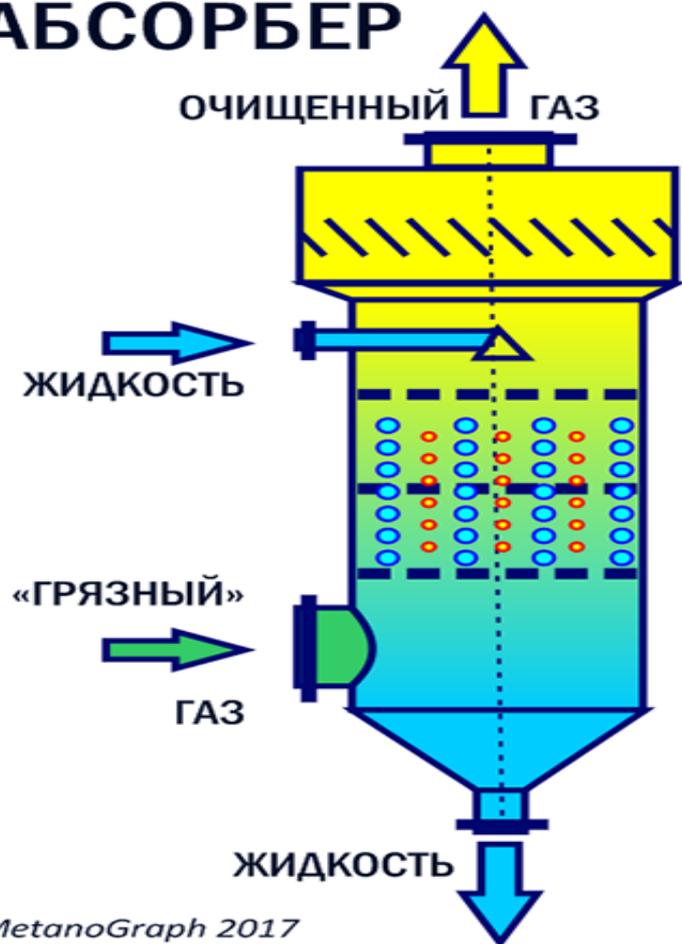
Абсорбционный способ очистки газов наиболее простой и в то же время высокоэффективный. Однако он требует большого количества громоздкого оборудования. Метод очистки основан на химических реакциях между газом, например, сернистым ангидридом, и поглощающей суспензией (щелочной раствор).



АБСОРБЦИОННЫЙ МЕТОД

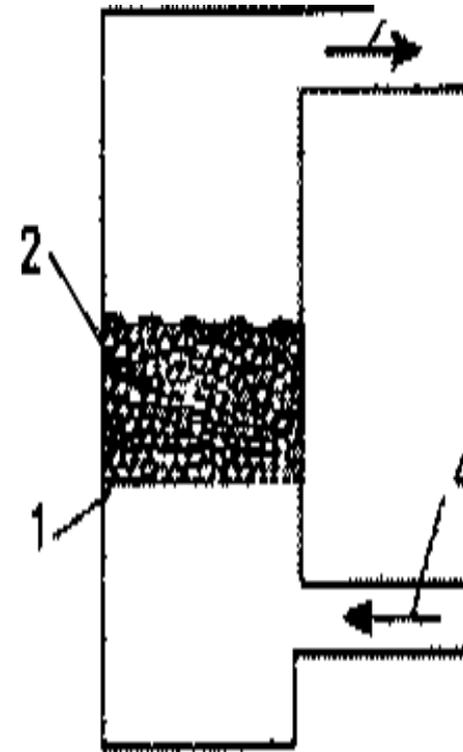
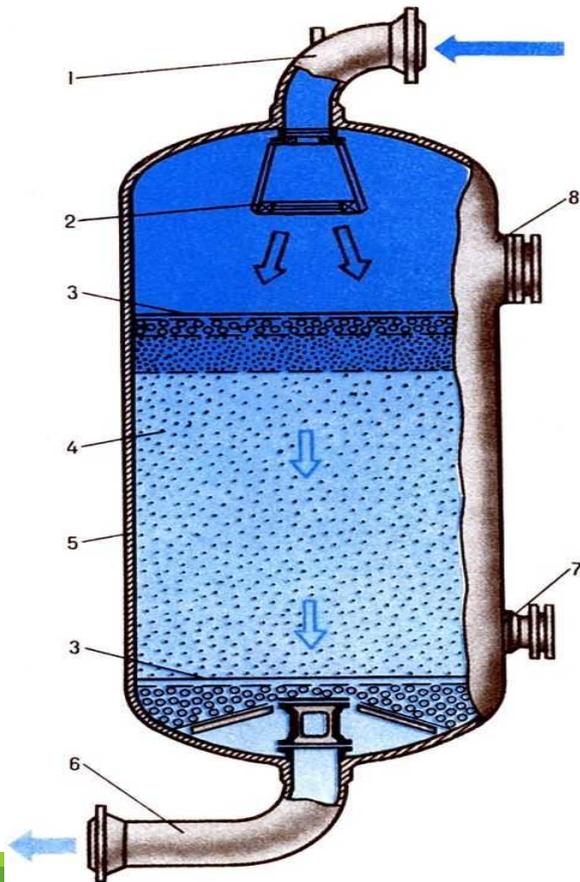
основан на избирательном поглощении
компонентов газа **жидкими** веществами

АБСОРБЕР



АДСОРБЦИОННЫЙ МЕТОД

основан на избирательном поглощении
компонентов газа **твердыми** частицами



В ряде случаев по технико-экономическим соображениям, когда количество выделяемых вредоносных веществ незначительно, а токсичность их высока, необходимо применять **методы сжигания** органических соединений, при которых углеводороды сгорают до углекислого газа и воды. Сжигание может осуществляться прямым путем в высокоэффективных топках (например, циклонных) или с использованием катализаторов.

Озонирование является одним из эффективных мероприятий по обезвреживанию отходящих газов от вредных примесей, обладающих неприятными специфическими запахами (амины, сульфиды, меркаптаны, ненасыщенные углеводороды и др.). Данный метод следует считать перспективным, так как в этом случае практически полностью разрушаются органические примеси в выбрасываемом в атмосферу воздухе. Особенно целесообразно использование метода озонирования для очистки отходящих газов в промышленности основного органического синтеза, резинотехнической промышленности, при обработке продуктов животного происхождения и др., когда по техническим причинам трудно применить метод сжигания.